

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2002 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

004575280

WPI Acc No: 1986-078624/ 198612

XRAM Acc No: C86-033695

XRPX Acc No: N86-057557

**Blaze optical element prodn. - by laminating e.g. resist on silica,
forming blaze pattern and anisotropic etching**

Patent Assignee: NIPPON SHEET GLASS CO LTD (NIPG)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 61027505	A	19860207	JP 84149037	A	19840718	198612 B

Priority Applications (No Type Date): JP 84149037 A 19840718

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 61027505	A	5		

Abstract (Basic): JP 61027505 A

Prepn. comprises (a) laminating 2nd material (e.g. resist or As₂S₃) on 1st material (e.g. SiO₂), (b) forming blaze pattern on 2nd material, and (c) transferring pattern onto 1st material by applying anisotropic etching to 2nd and 1st materials.

Pref. blaze optical element is blaze grating, i.e. diffraction grating formed by sawtoothed ditches, Fresnel lens, etc. The etching selection ratio of the 1st material to the 2nd material is 0.3-5:1 (i.e. the 1st material is etched 0.3-5 times faster than the 2nd material). Reactive ion etching is e.g. etching utilising low temp. plasma.

ADVANTAGE - Element having sawtoothed ditches of high precision and high durability can be obt'd.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑪ 公開特許公報(A) 昭61-27505

⑫ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理号

⑬ 公開 昭和61年(1986)2月7日

G 02 B 5/18

7529-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 プレーズ光学素子の製造方法

⑮ 特 願 昭59-149037

⑯ 出 願 昭59(1984)7月18日

⑰ 発 明 者 田 中 一 郎 茨城県筑波郡谷田部町春日3-3-6

⑱ 出 願 人 日本板硝子株式会社 大阪市東区道修町4丁目8番地

⑲ 代 理 人 弁理士 土 屋 勝 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

プレーズ光学素子の製造方法

2. 特許請求の範囲

1. 第1の部材に第2の部材を積層させる工程と、プレーズしているパターンを前記第2の部材に形成する工程と、前記第2及び第1の部材に異方性エッチングを行うことによって前記パターンを前記第1の部材へ転写する工程とを夫々具備するプレーズ光学素子の製造方法。

2. 前記第2の部材に対する前記第1の部材のエッチング選択比が0.3～5である特許請求の範囲第1項に記載の製造方法。

3. 前記第1の部材がSiO₂から成っている特許請求の範囲第1項または第2項に記載の製造方法。

4. 前記第2の部材がレジストである特許請求の範囲第1項～第3項の何れか1項に記載の製造方法。

5. 前記第2の部材がAs₂S₃から成っている特許請求の範囲第1項～第3項の何れか1項に記載

の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、断面屈曲状の溝を有するプレーズ光学素子の製造方法に関するものである。

従来の技術

例えば、上記の様な断面屈曲状の溝によって構成されている回折格子すなわちプレーズ格子は、断面形状がプレーズ条件を満足する様な屈曲状になっている場合にこのプレーズ条件によって決定される特定次数の回折光へ光を集中させるという特徴を有しており、光を特定方向へ効率良く回折させることができるために、分光器や光情報処理装置等において極めて有用である。

なお、上記のプレーズ条件は、第4図に示す様に屈曲状溝の傾き(プレーズ角)を θ_0 、入射光と基板法線との成す角を θ_1 、溝の周期をW、入射光の波長を λ 、回折光の次数をmとすると、

$$2 \sin \theta_0 \cos (\theta_0 - \theta_1) = m \lambda / W$$

と表わされる。

ところで、等周期で且つブレースしている溝を有する回折格子を製造する方法としては、ルーリングエンジン（回折格子刻線機）を使用する方法、レーザ光の干渉や電子線露光によって基板上にマスクを形成し所定の角度で入射する平行イオンビームによってエッチングする方法、或いはKOH水溶液中におけるSi単結晶の異方性エッチングを利用する方法等が従来からあり、特定波長の回折光において極めて高い回折効率が得られている。

しかしながら以上の様な方法では、回折格子全体に亘って一様なブレース角しか必要としない等周期回折格子の場合には、ブレース化が可能であるが、回折作用と集光作用とを合わせ持つ不等周期回折格子（チャープグレーティング）の場合には、夫々の溝において最適なブレース角が異なるためにブレース化が極めて困難である。

そこで、PMMA等の電子線レジストの残膜率が電子線照射量に応じて変化する現象を利用して、ブレースしている不等周期回折格子を製造する方法が提案されている。

発明が解決しようとする問題点

しかしながらこの方法で製造された回折格子は、柔らかくて傷が付く易く汚れても洗浄することができないレジスト自体を回折格子として使用するために耐久性がなく、光情報処理装置等に利用することは困難である。

レジスト以外でも、電子線照射量に応じてエッチング速度が変化する As_2S_3 等の材料を利用して同様のことを行うことができるが、 As_2S_3 等も耐久性に欠け、実用性がない。

問題点を解決するための手段

本発明によるブレース光学素子の製造方法は、第1の部材に第2の部材を積層させ、ブレースしているパターンを前記第2の部材に形成し、前記第2及び第1の部材に異方性エッチングを行う様にしている。

作用

本発明によるブレース光学素子の製造方法では、第2の部材に形成されているブレースしているパターンが第1の部材に転写される。

実施例

以下、ブレース格子の製造に適用した本発明の一実施例を第1図を参照しながら説明する。

電子線露光法を用いる場合は、まず第1図Aに示す様に、基板1上に所定の厚さの電子線レジスト2を塗布する。次いで、第1図Bに示す様に、電子ビーム3の照射量をレジスト2上の位置に応じて周期的に変化させながら、レジスト2を電子ビーム3に露光させる。

その後、レジスト2を現像して、第1図Cに示す様に、ブレース格子をレジスト2に形成する。そして、第1図Dに示す様に例えば反応性イオン4による異方性エッチングを行うことによって、第1図Eに示す様にレジスト2のブレース格子を基板1に転写する。

異方性エッチングは、低温プラズマを利用した反応性イオンエッチングの他に、カウフマン型イオン源やECRイオン源等からのArイオン等を利用した平行イオンビームエッチングや、上記イオン源からの O_2 、CF₄イオン等を利用した反応性平

行イオンビームエッチング等の種々の方法によっても行うことができる。

しかし、レジスト2に対する基板1のエッチング選択比を比較的容易に制御することができる反応性イオンエッチング等によって異方性エッチングを行う様にすれば、レジスト2のr値だけでは溝の形状を精度良く制御することができない様な場合、例えばブレース角 θ が大きいために周期Wに比べて溝が深い様な場合でも、所望の溝を容易に形成することができるという利点がある。

なお、レジスト2と基板1とのエッチング速度が互いに等しい様なエッチング条件であれば、第1図Eに示した様に、レジスト2の溝はそのままの形で基板1へ転写される。

これに対して、レジスト2に対する基板1の異方性エッチングの選択比がn、つまり基板1の方がレジスト2よりもn倍速くエッチングされる様な条件であれば、レジスト2の溝の深さは基板1に転写されたときにn倍になるので、ブレース角 θ もn倍になって転写される。逆に言えば、異

方性エッチングの選択比が n の場合には、レジスト2に形成する溝の深さは基板1に転写されたときに必要な溝の深さの $1/n$ でよい。

但し、レジスト2に形成されているパターンを基板1に精度良く転写するためには、レジスト2に対する基板1のエッチング選択比が0.3～5の範囲である必要があり、0.5～3の範囲であれば更に精度良く転写することができる。

なお、以上の実施例では基板1上に電子線レジスト2を塗布し電子線露光法によってブレース格子を製造する様にしたが、基板1上にフォトレジストを塗布しこのフォトレジストにブレース格子を形成した後このブレース格子を異方性エッチングによって基板1へ転写する様にしてもよい。

フォトレジストにブレース格子を形成する方法としては、レーザ光等を細く絞って、上記の電子ビームの場合と同様にレジスト上の位置に応じて照射量を変化させながら走査する方法がある。

また、レーザ干渉法を利用して周期 $d_1 \sim d_n$ の不等周期ブレース格子のパターンを露光するには、

周期 $d_1 \sim d_n$ の干渉縞を露光した後、周期 $d_1/2 \sim d_n/2$ の干渉縞をその強度がブレースしている所望の溝の形をフーリエ展開したときの第1項の係数に対する第2項の係数の比に等しくなる様に露光して現像すれば、フォトレジストには近似的に所望のブレース角を有している不等周期ブレース格子のパターンを形成することができる。

また、電子線照射量に応じてエッチング速度が変化する As_2S_3 等を電子線レジスト2の代りに基板1に塗布し、電子線露光及び現像等を経て As_2S_3 等にブレース格子を形成してから、このブレース格子を基板1へ転写する様にしてもよい。

具体例

以下、不等周期ブレース格子の製造に適用した本発明の一具体例を第2図及び第3図を参照しながら説明する。

まず、単結晶Si基板の全面に熱酸化法によって $0.32\mu m$ の厚さを有する SiO_2 膜を形成し、この SiO_2 膜上にスピンドルによって電子線レジストを塗

布した。塗布する電子線レジストの厚さは、プリベーク、露光、現像及びポストベークを終了した時点で SiO_2 膜の半分の厚さになる様に選定した。

電子線レジストとしては、「トヨビーム（東洋電機工業（株）の商品名）」のうちのクロロメチルスチレン（CMS）を原料としているCMS-EXと称されるネガ型電子線レジストを使用した。

第2図はこのネガ型電子線レジストの感度曲線を示しており、 r 値は1.8である。そこで、断面図形状の溝を形成するために、ドーズ量が溝の最深部で $2 \times 10^{-4} C/cm^2$ 以下になり、また断面図形状の頂点で $2 \times 1.5^{-4} C/cm^2$ になる様に、電子線の走査回数を調整した。

つまり、ビーム電流が5 pAでビーム巾が $0.1\mu m$ の電子線を1 μm 当たり20 nsec即ち5 $\mu C/\mu m$ の速さで走査した場合のドーズ量は $1 \times 10^{-4} C/cm^2$ となるので、溝の最深部では2回、断面図形状の頂点では20回走査し、これらの間では露光率が直線的に変化する様に、感度曲線に応じて走査回数をコンピュータで制御しながら露光し

た。

次に、以上の様にしてレジストに形成した不等周期ブレース格子のパターンを、反応性イオンエッチングによる異方性エッチングによって、 SiO_2 膜へ転写した。このときのエッチング条件としては、レジストに対する SiO_2 のエッチング速度比が2になる様な条件を選定した。即ち、エッチングガスとしてCF₄を使用し、5 Paの圧力下で0.25 W/cmのRFパワーを印加した。この様にするとレジストのエッチング速度は約150 $\text{\AA}/min$ 、 SiO_2 のエッチング速度は約300 $\text{\AA}/min$ であり、この様な条件でエッチングを320秒間行った。

この様にして、第3図A及びBに示す様に、3 μm の巾に亘って溝の周期が1.1 μm から10.4 μm へ変化すると共にブレース角が 1.8° から 17° へ変化している不等周期ブレース格子を製造した。この回折格子は、溝の不等周期性による集光作用を有すると共に、全面でブレース条件を満たしているので50%以上という高い回折効率を実現でき、極めて有用である。

なお、以上の実施例及び具体例においては等周期及び不 周期のブレース格子の製造について述べたが、本発明の方法によれば、ブレース格子以外にもブレースしているフレネルレンズ等の種々のブレース光学素子を製造することができるのは勿論である。

発明の効果

上述の如く、本発明は、ブレースしているパターンを第2の部材から第1の部材へ転写する様にしているので、第2の部材の材料として所望のパターンを形成し易い材料を選定すると共に、第1の部材の材料として耐久性のある材料を選定すれば、高精度でしかも耐久性のあるブレース光学素子を製造することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す概略的な側面図、第2図は本発明の一具体例で使用したレジストの感度曲線を示すグラフ、第3図は一具体例で製造した不等周期ブレース格子を示す概略的な側面図、第4図はブレース格子を示す概略的な側面図

図である。

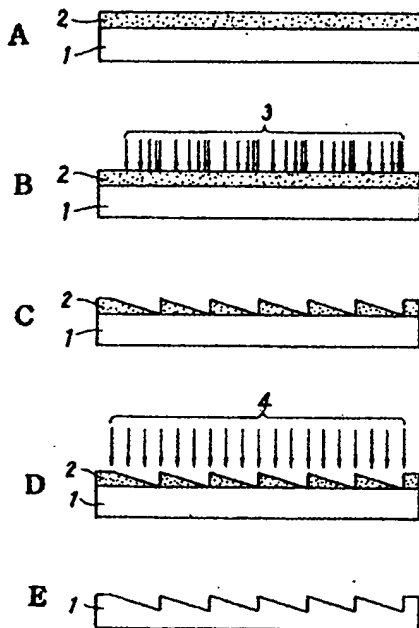
なお図面に用いられた符号において、

- 1.....基板
- 2.....電子線レジスト
- 3.....電子ビーム
- 4.....反応性イオン

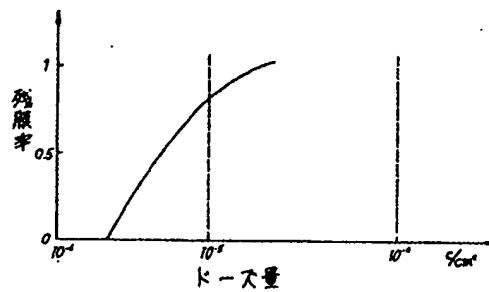
である。

代理人 土 屋 勝
常 包 芳 男

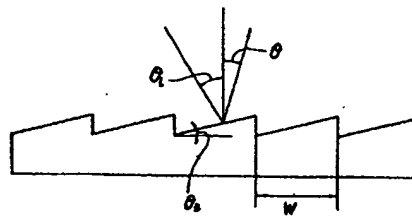
第1図



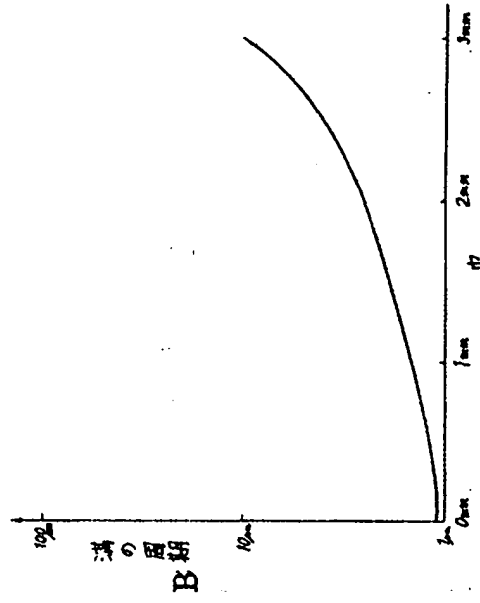
第2図



第4図



第3図



THIS PAGE BLANK (USPTO)